

可信基础设施赋能工业互联网

Trusted Infrastructure Enables Digital
Transformation of Industrial Internet

数字化转型

贾雪琴,史 可,韩政鑫,林 晨(中国联通研究院,北京 100048)

Jia Xueqin, Shi Ke, Han Zhengxin, Lin Chen (China Unicom Research Institute, Beijing 100048, China)

摘 要:

对我国工业互联网技术发展现状进行了简单介绍,并基于ISA-95标准的Purdue参考模型指出工业互联网标识解析、主动标识载体和区块链是工业互联网业务从局域网环境走向广域网环境的重要可信基础设施技术。对构建工业互联网可信基础设施的工业互联网标识解析、主动标识载体、区块链分别进行了分析与介绍,最后对3种技术的重要作用进行了归纳总结。

关键词:

工业互联网;可信基础设施;工业互联网标识解析;主动标识载体;区块链

doi:10.12045/j.issn.1007-3043.2023.06.003

文章编号:1007-3043(2023)06-0015-04

中图分类号:TP391

文献标识码:A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Abstract:

It briefly introduces the development status of Industrial Internet technology in China, and points out that identification and resolution of industrial Internet, active identifier carrier and blockchain are important trusted infrastructure technologies for Industrial Internet industry to move from LAN environment to WAN environment based on the Purdue reference model of ISA-95 standard. Then it analyzes and introduces the identification and resolution of industrial Internet, active identifier carrier and blockchain, which are used to build Industrial Internet trusted infrastructure. Finally, the important role of the three technologies is summarized.

Keywords:

Industrial Internet; Trusted infrastructure; Identification and resolution of industrial Internet; Active identifier carrier; Blockchain

引用格式:贾雪琴,史可,韩政鑫,等. 可信基础设施赋能工业互联网数字化转型[J]. 邮电设计技术,2023(6):15-18.

1 工业互联网技术研究现状

我国工业互联网相关技术与应用发展迅速。在工业和信息化部指导下,2016年2月1日,工业、信息通信业、互联网等领域百余家单位共同发起成立了工业互联网产业联盟,目前已有会员单位近2 500家。

2016年8月,工业互联网产业联盟发布《工业互联网体系架构(版本1.0)》^[1],提出工业互联网的3个重点:网络、数据和安全。

2020年4月,工业互联网产业联盟发布《工业互联网体系架构(版本2.0)》^[2],在继承版本1.0核心理念、要素和功能体系的基础上,对网络、平台、安全三大体系的功能视图进行了进一步细化。其中,网络体系由网络互联、数据互通和标识解析3部分组成。标识解析实现要素的标记、管理和定位。版本2.0提出提升主动标识载体对工业互联网标识的适配,实现在设备层面的大规模部署应用、要部署工业互联网标识数据采集软件,兼容被动标识载体和主动标识载体数据的采集方式,借助标识载体和数采设备,唯一识别物理实体。同时版本2.0也提出区块链等技术(如数字孪生等)将成为影响工业互联网后续发展的核心重点

基金项目:国家重点研发计划项目(2022YFF0610300)

收稿日期:2023-04-20

技术。

2 工业互联网业务模型与可信基础设施

根据ISA-95标准的Purdue参考模型^[3],可从工厂内部视角了解工业互联网相关业务模块。参考Purdue参考模型,可把企业工厂的主要业务模块划分为:订

单处理、生产调度、生产控制、材料和能源管理、采购、质量管理、产品库存控制、产品成本会计、产品运输管理、维修管理、研发和工程实施管理、市场和销售。

因为相关活动涉及的主体、对象、基础设施有所差异,所以支撑以上业务模块的工业互联网系统也有差别,如图1所示。

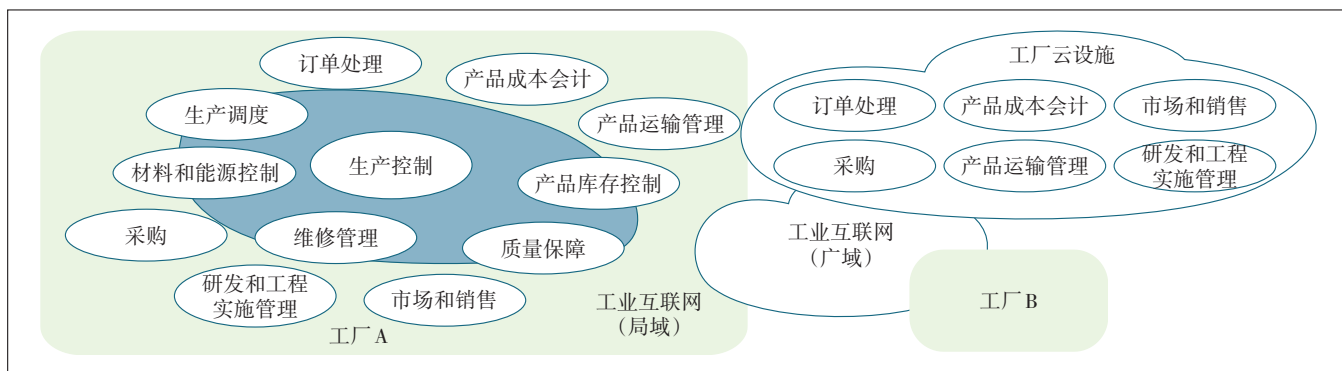


图1 企业相关业务模块与工业互联网

生产控制、生产调度、材料和能源控制、产品库存控制、质量保障、维修管理等与生产过程紧密相关,数据流主要发生在工厂内部,相关ICT系统一般部署在局域网内部,与企业外部系统相对隔离,数据获取和数据可信度较高。

订单处理、产品成本会计、产品运输管理、采购、市场和销售、研发和工程实施管理等与外部上下游企业相关,涉及到与外部企业的信息交互,工厂与工厂之间由广域工业互联网相连,相关ICT系统可在云设施上部署,数据获取难度较大、数据可信度较低。

局域网场景下,因具有与外部的隔离屏障,对数据发现、访问、交互的处理比较简单。在广域场景下,需要一系列可信基础设施支撑企业完成相关业务,如图2所示。

工业互联网标识解析系统^[4-6]:部署在广域网内,

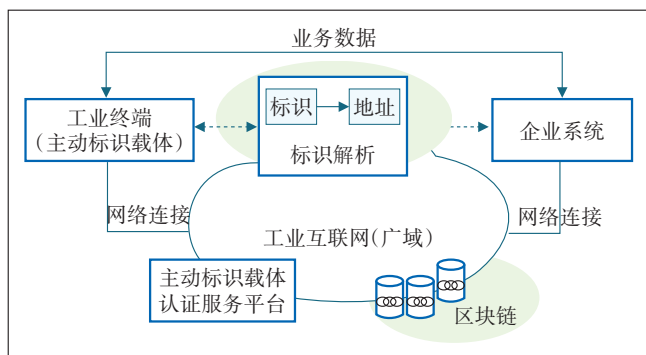


图2 工业互联网可信基础设施

用以将对象的名称标识符转换为对象信息所在的服务器地址。

主动标识载体系统^[7-10]:包括终端侧的标识载体(如UICC卡、模组、安全芯片)、平台侧的主动标识载体认证服务平台,用以承载工业互联网标识,并向企业提供载体标识管理能力。

区块链^[8]:部署在多个节点上的一种采用链式结构的分布式账本,可用于数据发布方/访问请求方鉴权与授权、多主体间可信数据共享与交换等。

3 可信基础设施关键技术

3.1 工业互联网标识解析

工业互联网标识解析是解决工业系统的各种元素互联问题的基础。工业互联网标识解析可支持数据对象的寻址、路由,使能上层数据端到端流动,并为应用提供深层次的数据资源,可赋能工业互联网的数据采集、网络服务、信息共享、安全保障、应用等多个层面^[3-4]。

工业互联网标识编码是能够唯一识别机器、产品等物理资源以及算法、工序等虚拟资源的身份符号。

工业企业一般都有自己的信息化系统。传统方式下,标识一般在具体的信息化系统内部有效,信息化水平比较高的企业可以在企业内多个信息化系统采用统一标识,或者能实现不同系统间异构标识的映射,从而实现系统间的标识互通。本质上,这种方式

是由信息化应用管理其内部数据,尽管企业内部可以采用内部统一标识或者异构标识映射互通,但是由于标识所对应的数据是在应用内部,应用之间的数据互通往往需要一对一系统对接,不仅包括验证、鉴权、授权对接,还需要包括数据模型等方面的对接。总之,这种方式是一种烟囱式应用系统的模式,如图3所示。

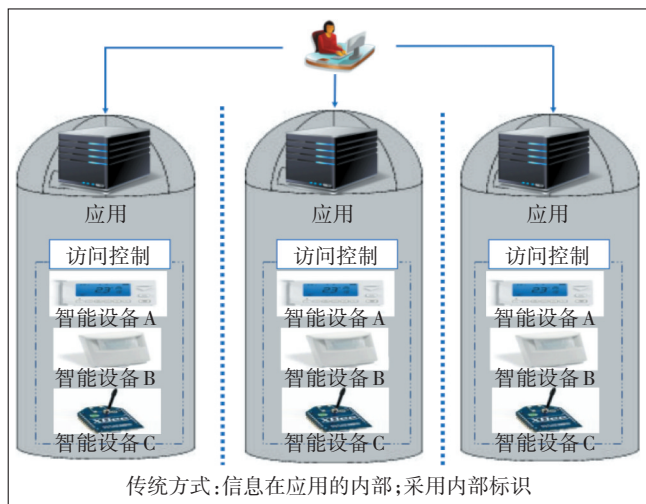


图3 传统方式的信息化系统

工业互联网标识解析系统对不同应用之间(包括企业内部和企业之间)的数据互通具有突出贡献。一方面工业互联网标识解析系统支持多种异构全球统一标识编码方案,另一方面工业互联网标识解析系统还支持数字对象架构(DOA)^[9]。从本质上,全球统一标识编码和DOA架构打破了应用系统的屏障,因为应用之间交互的数据不仅可以在全网被唯一标记、寻址,还能够通过解析标准化的数据模版直接从标识解析系统中获取到相应数据,如图4所示。这不仅可以极大降低应用间对接的开发成本,而且打破了传统信息化系统的访问屏障,有利于应用之间的数据融合。

3.2 主动标识载体系统

主动标识载体系统基于工业互联网标识解析系统,包括端侧的主动标识载体和平台侧的主动标识载体认证服务平台,可为工业互联网终端可信验证提供公共服务。

主动标识载体是指可以嵌入在工业设备的内部,承载工业互联网标识编码以及必要的安全证书、算法和密钥,具备联网通信功能,能够主动向标识解析服务节点或标识数据应用平台等发起连接(无需借助标识读写设备来触发)。以下3种终端部件可作为安全性能较高的工业互联网主动标识载体,如图5所示。

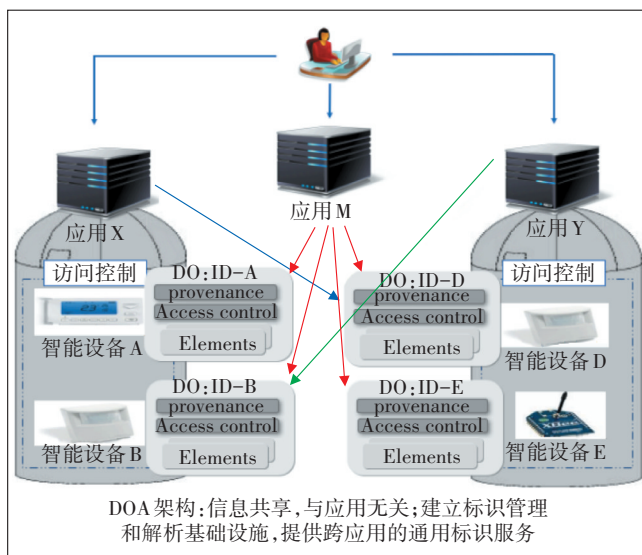


图4 工业互联网标识解析赋能跨应用的数据互通

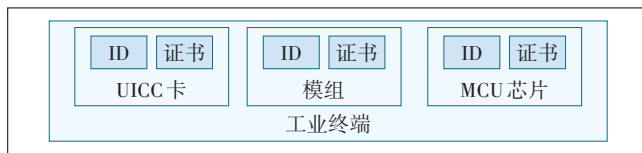


图5 主动标识载体

a) UICC通用集成电路卡^[8-9],是在全球移动通信系统中使用的智能卡,主要用于存储用户信息、鉴权密钥、短消息、付费方式等信息,还可以包括多种逻辑应用,例如用户标识模块(SIM)、通用用户标识模块(USIM)、IP多媒体业务标识模块(ISIM)、以及其他如电子签名认证、电子钱包等非电信应用模块。UICC中的逻辑应用可以单独存在,也可以多个同时存在。

b) 通信模组,是连接工业终端和网络的关键底层硬件之一,具备不可替代性,与终端存在一一对应关系,同时也是终端应用访问UICC卡的通道。

c) MCU芯片,又称微电路、微芯片、集成电路,是终端的中央处理器,负责整个终端的正常运行。一个芯片就是一个集成了多种电子元器件的小硅片,应用范围涵盖了生产和生活中几乎所有的消费电子,包括基带芯片、射频芯片、存储芯片等。

主动标识载体认证服务平台为主动标识载体预置、发放身份凭证,通过主动标识载体为行业终端提供可信终端的认证服务。

3.3 区块链

为了赋能工业互联网中多主体的数据互操作与业务互通,区块链提供了防止数据被篡改的技术手段。

在区块链中,交易记录以区块作为存储单元,区块之间采用密码学原理按照时间先后顺序形成了链式结构。系统中用户采用共识机制对区块的发布权进行竞争,获得区块发布权的用户可以将自己的账本发布在该区块上。系统中所有用户共同参与区块数据的验证、存储和维护,发布在区块上的数据向全部用户公开,所有用户都可以查询区块链上的全部交易数据,但难以对历史记录进行修改和删除。

面对支撑大规模的工业互联网应用,区块链还需要进一步演进,目前主要存在以下问题。

从存储的角度看,区块链基本上可等同于分布式账本。其本质是存储交易数据和交易相关的日志。区块链通常采用RAM来存储未确认的事务;采用永久存储区(硬盘/闪存)来存储“确认”的事务(如交易日志一般存储在永久存储区)。合理部署云资源,做好数据存储、备份和迁移是区块链系统需要处理的问题之一。

区块链系统性能受限于网络带宽。点对点网络(Peer-to-peer Network)通信性能是影响区块链系统性能的核心因素之一。以比特币系统为例,比特币系统中区块的大小理论上为1 MB,并且块每10 min被确认一次,这意味着每天的数据速率约为144 MB。此外,初始同步需要的网络带宽更大,以便允许节点在合理的时间内完全参与网络。优化的共识算法、数据包压缩等技术手段有助于解决网络带宽受限问题。

区块链上的区块确认时间也需要突破技术瓶颈。目前的比特币交易确认时间在理想情况下为10 min,若拥堵程度越来越高但交易确认速度和区块大小等限制因素没有提升的情况下,交易确认时间将拉长。交易确认时间与网络吞吐量相关。交易确认时间限制了网络上每秒总事务量,如果收到的交易数量超过这个上限,就会出现拥塞。

4 结束语

工业互联网标识解析系统、主动标识载体技术、区块链是构建工业互联网可信基础设施的重要技术。

跨系统、全局唯一的标识编码是工业互联网数据交换和共享的基础。工业互联网标识解析系统确保了标识编码的申请、发放、注册、信息发布、信息发现、数据解析等一系列功能在工业互联网全局层面具有一致性的流程和接口,可降低工业互联网数据交换和共享的成本。

主动标识载体正在被打造成为具有公共服务能力的工业互联网端侧可信锚点。工业互联网平台/应用与工业终端的数据交互可基于主动标识载体来做接入管理。主动标识载体的公共服务属性着眼于为工业互联网各行业提供终端侧工业标识和终端身份凭证的安全存储和访问控制能力,可防止终端假冒、终端数据伪造、提升终端数据的可信度。

区块链作为新型基础设施可为工业互联网多方合作提供防篡改的分布式账本,可为参与数据交换和共享活动的数据发布方/访问请求方提供存证、认证、鉴权与授权等服务,拓展了工业互联网的业务合作模式,为工业互联网复杂业务场景的实现提供了可信技术基础。

参考文献:

- [1] 工业互联网产业联盟. 工业互联网体系架构(版本1.0)[EB/OL]. [2023-04-18]. <http://www.aii-alliance.org/index/c315/n100.html>.
- [2] 工业互联网产业联盟. 工业互联网体系架构(版本2.0)[EB/OL]. [2023-04-18]. <http://www.aii-alliance.org/index/c315/n45.html>.
- [3] ISA. Enterprise-control system integration - part 1: models and terminology: ANSI/ISA-95.00.01-2010 [S]. Alexander Drive: ISA, 2010.
- [4] 工业互联网产业联盟. 工业互联网标识解析标准化白皮书[R/OL]. [2023-04-18]. <http://www.aii-alliance.org/index/c317/n2055.html>.
- [5] 工业互联网产业联盟. 工业互联网标识解析—安全风险分析模型研究报告[R/OL]. [2023-04-18]. <http://www.aii-alliance.org/index/c317/n52.html>.
- [6] 工业互联网产业联盟. 工业互联网标识解析—产品追溯白皮书[R/OL]. [2023-04-18]. <https://www.docin.com/p-2302721268.html>.
- [7] 工业互联网产业联盟. 工业互联网标识解析—主动标识载体技术白皮书[R/OL]. [2023-04-18]. <http://www.aii-alliance.org/index/c317/n51.html>.
- [8] 贾雪琴,林晨,周晓宇,等. UICC赋能基于工业互联网标识的可信数据采集[J]. 信息通信技术与政策, 2019(8): 52-55.
- [9] 马宝罗,池程,田娟,等. 基于UICC的工业互联网标识多维数据融合研究[J]. 信息通信技术与政策, 2020(8): 85-88.
- [10] 郑乔露,刘东坡,杨昆,等. 工业互联网主动标识载体应用研究[J]. 通信世界, 2022(5): 43-45.

作者简介:

贾雪琴,高级工程师,博士,主要从事工业互联网、主动标识载体相关技术与标准化工作;史可,工程师,硕士,主要从事工业互联网、区块链相关技术与标准化工作;韩政鑫,工程师,硕士,主要从事工业互联网确定性网络相关技术与标准化工作;林晨,工程师,博士,主要从事工业互联网相关技术与标准化工作。